

Waste gas heat exchanger

Patent number: DE10204107

Publication date: 2003-09-04

Inventor: BIRKERT ARNDT (DE); GLOECKL HANS (DE);
HAARSCHEIDT KNUT (DE)

Applicant: BEHR GMBH & CO (DE); THYSSENKRUPP
AUTOMOTIVE AG (DE)

Classification:

- international: B21D17/02; B21D26/02; F01N3/04; F02M25/07;
F28D7/16; F28F9/02; F01N3/02; F01N5/02; F01N7/18;
B21D17/00; B21D26/00; F01N3/04; F02M25/07;
F28D7/00; F28F9/02; F01N3/02; F01N5/00; F01N7/18;
(IPC1-7): F28F9/00

- european: B21D17/02B; B21D26/02H; F01N3/04B; F02M25/07B4L;
F28D7/16; F28F9/02F

Application number: DE20021004107 20020201

Priority number(s): DE20021004107 20020201

Also published as:

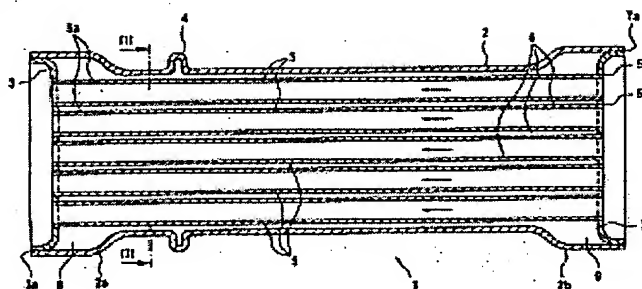
WO03064953 (A1)
EP1474645 (A1)
US2004182547 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10204107

Abstract of corresponding document: **US2004182547**

The invention relates to a heat exchanger, especially a heat exchanger for motor vehicles, comprising a bank of tubes through which a gaseous medium flows and around which a liquid coolant flows. The ends of said tubes are received in tube plates and are connected to the same in a material fit. The inventive heat exchanger also comprises a housing jacket which surrounds the bank of tubes and is connected, at the end thereof, to the tube plates. A coolant flows through said housing jacket. The tubes (5), tube plates (3, 7) and housing jacket (2) are produced from a heat-resistant and corrosion-resistant metallic alloy. According to the invention, the housing jacket (2) comprises at least one surrounding expansion flange (4).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 04 107 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 28 F 9/00

②① Aktenzeichen: 102 04 107.5
②② Anmeldetag: 1. 2. 2002
④③ Offenlegungstag: 4. 9. 2003

DE 102 04 107 A 1

⑦① Anmelder:
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE;
ThyssenKrupp Automotive AG, 44793 Bochum, DE

⑦④ Vertreter:
Heumann, C., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 70195 Stuttgart

⑦② Erfinder:
Birkert, Arndt, Dipl.-Wirt.-Ing. Dr.-Ing., 74626
Bretzfeld, DE; Glöckl, Hans, Dr. Dr.-Ing., 70599
Stuttgart, DE; Haarscheidt, Knut, Dr. Dr.-Ing., 70499
Stuttgart, DE

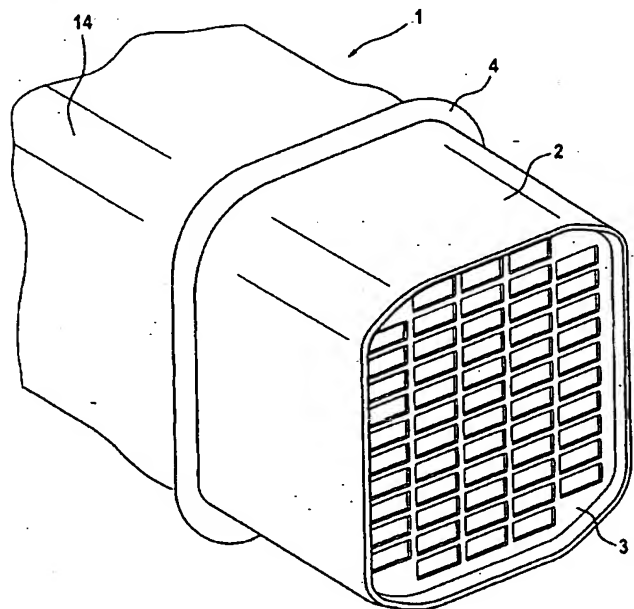
⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 195 15 643 C1
DE 100 49 048 C1
DE 28 22 999 C2
DE 199 07 163 A1
DE 100 20 492 A1
US 00 06 102 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Abgaswärmeübertrager

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere Abgaswärmeübertrager für Kraftfahrzeuge, der aus einem von einem gasförmigen Medium durchströmten und von einem flüssigen Kühlmittel umströmten Rohrbündel, dessen Rohre mit ihren Rohrenden in Rohrböden aufgenommen und stoffschlüssig mit diesen verbunden sind, mit einem das Rohrbündel umgebenden Gehäusemantel, der endseitig stoffschlüssig mit den Rohrböden verbunden ist und vom Kühlmittel durchströmt wird, wobei Rohre (5), Rohrböden (3, 7) und Gehäusemantel (2) aus einer warm- und korrosionsfesten metallischen Legierung hergestellt sind, besteht. Es wird vorgeschlagen, daß der Gehäusemantel (2) mindestens eine umlaufende Dehnungssicke (4) aufweist.



DE 102 04 107 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmeübertrager, insbesondere einen Abgaswärmeübertrager für Kraftfahrzeuge nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, wie durch die DE-A 199 07 163 der Mitmelderin bekannt. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines Gehäusemantels eines Abgaswärmeübertragers gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 12.

[0002] Bei dem durch die DE-A 199 07 163 bekannten Abgaswärmeübertrager wird ein Rohrbündel vom Abgas eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeuges durchströmt und auf der Außenseite von einem Kühlmittel, welches dem Kühlmittelkreislauf des Verbrennungsmotors entnommen wird, gekühlt. Derartige Abgaswärmeübertrager, auch Abgaskühler genannt, werden heute bei der Abgasrückführung (AGR) zur Kühlung des Abgases eingesetzt. Bei dem bekannten Abgaskühler sind die Rohrenden des Rohrbündels jeweils in einen Rohrboden eingeschweißt, d. h. fest und dicht mit diesen Rohrböden verbunden. Die Rohrböden selbst sind wiederum mit einem Gehäusemantel, der das Rohrbündel umgibt, verschweißt. Der Gehäusemantel weist eine Kühlmittelauftritts- und eine Kühlmittelaustrittsöffnung auf und wird vom Kühlmittel durchströmt. Beim Betrieb eines solchen Abgaskühlers werden die Abgasrohre auf der Innenseite vom heißen Abgas durchströmt und auf der Außenseite vom Kühlmittel umspült. Dieses Kühlmittel umspült auch die Innenseite des Gehäusemantels. Die Abgasrohre erreichen somit eine wesentlich höhere Temperatur als der Gehäusemantel, wodurch sich unterschiedliche Dehnungen zwischen Abgasrohren und Gehäusemantel ergeben: dies führt zu thermischen Spannungen, d. h. zu Druckspannungen in den Rohren und Zugspannungen im Gehäusemantel. Die Rohre drücken auf die Rohrböden und verursachen Verformungen oder sogar Beschädigungen der Rohrböden- oder der Rohrboden/Gehäuse-Verbindungen, d. h. der Abgaskühler kann undicht werden.

[0003] Man hat daher bereits bei ähnlichen Abgaskühlern in der EP-A 0 930 429 einen sogenannten Schiebesitz vorgeschlagen, d. h. das Rohrbündel ist im Gehäuse des Abgaskühlers mit einem Festlager und einem Loslager angeordnet, d. h. die Rohre können sich aufgrund des gleitend im Gehäuse gelagerten Rohrbodens ungehindert ausdehnen. Die Thermospannungen werden dadurch zwar vermieden, allerdings ist ein erhöhter konstruktiver Aufwand für einen solchen Schiebesitz erforderlich; zudem besteht die Gefahr, daß bei unzureichender Abdichtung des Schiebesitzes Kühlmittel in das Abgas oder Abgas in das Kühlmittel gelangt.

[0004] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß die temperaturbedingten Spannungen durch einfache Maßnahmen kompensiert, d. h. unzulässige Beanspruchungen des Materials vermieden werden.

[0005] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich für den gattungsgemäßen Wärmeübertrager aus den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1, d. h. der Gehäusemantel ist mit mindestens einer umlaufenden Dehnungssicke versehen. Diese Sicke verleiht dem Gehäusemantel eine hinreichende Elastizität in Längsrichtung der Rohre, so daß der Gehäusemantel durch elastische Dehnung der stärkeren Dehnung der Abgasrohre folgen kann, ohne daß es dabei zu einer unzulässigen Verformung oder einer Beeinträchtigung der Schweißnahtverbindungen zwischen Rohren und Boden und Boden und Gehäuse kommt. Die Dehnungssicke ist zudem einfach, d. h. ohne wesentlich größere Kosten herstellbar und bringt keinerlei Abdichtungsprobleme mit sich. Es

ist auch möglich – zur Erhöhung der Elastizität bzw. zur Vergrößerung des Federweges – mehrere Dehnungssicken nach Art eines Faltenbalges vorzusehen.

[0006] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Gehäusemantel einstückig, z. B. aus einem geschweißten Rohr hergestellt, wobei dieses auch einen nicht kreisförmigen Querschnitt, z. B. einen Rechteck-Querschnitt aufweisen kann.

[0007] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Dehnungssicke durch das sogenannte Innenhochdruck-Umformen (IHU) des Gehäusemantels hergestellt. Das IHU, auch Hydroformen genannt, ist ein an sich bekanntes Verfahren, bei welchem geschlossene Gehäuseteile mittels eines flüssigen Druckmediums (Wasser) "aufgeblasen" werden. Die zu verformenden Gehäuse werden in Werkzeugformen der entsprechenden Kontur eingelegt und dann von innen mittels einer Druckflüssigkeit derart beaufschlagt, daß sich das Material des Gehäuses an die Kontur des Werkzeuges anlegt.

[0008] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die Dehnungssicke zusätzlich durch axiales Stauchen hergestellt werden, d. h. nachdem in einer ersten Stufe eine vorgeformte Sicke durch IHU hergestellt wurde.

[0009] In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung sind Abmessungen für den Gehäusemantel, insbesondere dessen Wandstärke und die Abmessung der Dehnungssicke angegeben, die besonders vorteilhaft sind und die die gewünschte Elastizität des Gehäusemantels bei den auftretenden Beanspruchungen ergeben. Dabei ist auch gewährleistet, daß das Material des Gehäusemantels bei der Herstellung der Dehnungssicke nicht überdehnt, sondern die vorgesehene Festigkeit erreicht wird.

[0010] Schließlich ist nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ein Verfahren vorgesehen, welches eine einfache und kostengünstige Herstellung der Dehnungssicke im Gehäusemantel des Abgaswärmeübertragers ermöglicht. Die Dehnungssicke wird nach diesem Verfahren in zwei Stufen hergestellt, nämlich zunächst durch ein Innenhochdruck-Umformen zu einer vorgeformten Sicke, die noch nicht die endgültige Form, insbesondere noch nicht die endgültige Höhe (Außenabmessungen) aufweist. In einem zweiten Verfahrensschritt wird der Gehäusemantel axial gestaucht, dadurch fließt das Material der vorgeformten Sicke weiter nach außen, und die Dehnungssicke erhält jetzt ihre endgültige Form. Durch dieses zweistufige Verfahren wird eine Überbeanspruchung des Materials vermieden und gleichzeitig eine definierte Kontur der Dehnungssicke mit einer bestimmten Elastizität erreicht. Dieses Verfahren ist für den Gehäusemantel besonders einfach anwendbar und bedingt keine Änderung in der Konstruktion des Abgaswärmeübertragers.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

[0012] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Teils des Abgaswärmeübertragers,

[0013] Fig. 2 einen Längsschnitt durch den Abgaswärmeübertrager,

[0014] Fig. 3 einen Querschnitt durch den Gehäusemantel des Abgaswärmeübertragers,

[0015] Fig. 4 eine Detaildarstellung der Dehnungssicke des Gehäusemantels,

[0016] Fig. 5 einen ersten Verfahrensschritt zur Herstellung der Dehnungssicke und

[0017] Fig. 6 einen zweiten Verfahrensschritt zur Herstellung der Dehnungssicke.

[0018] Fig. 1 zeigt in perspektivischer Darstellung einen

Teil eines Abgaswärmeübertragers 1, wie er als Abgaskühler für die Abgasrückführung bei Dieselmotoren für Kraftfahrzeuge eingesetzt wird. Der Abgaswärmeübertrager 1, von dem nur die vordere Hälfte dargestellt ist, weist einen Gehäusemantel 2 und einen Rohrboden 3 auf, in dem nicht dargestellte Abgasrohre aufgenommen sind. Im vorderen Bereich des Gehäusemantels 2, der etwa einen rechteckförmigen Querschnitt mit abgeschrägten Ecken aufweist, ist eine umlaufende Dehnungssicke 4 angeordnet. Dieser Abgaswärmeübertrager 1 wird im Folgenden detaillierter beschrieben, wobei für die selben Teile die selben Bezugsziffern verwendet werden.

[0019] Fig. 2 zeigt den Abgaswärmeübertrager 1 im Längsschnitt in schematischer Darstellung. Der Gehäusemantel 2 ist aus einem geschlossenen, d. h. geschweißten Rohr aus Edelstahl hergestellt. Innerhalb dieses Gehäusemantels 2 ist ein Rohrbündel, bestehend aus einer Vielzahl von Abgasrohren 5, angeordnet. Diese Abgasrohre 5 sind ebenfalls aus einer Edelstahllegierung hergestellt, die insbesondere warmfest und korrosionsbeständig ist. Der Querschnitt der Abgasrohre 5 ist – wie aufgrund der Ausbildung des Rohrbodens 3 in Fig. 1 ersichtlich – vorzugsweise rechteckförmig. Die Abgasrohre 5 sind zueinander so angeordnet, daß sie zwischen sich äquidistante Spalte 6 belassen; durch welche ein flüssiges Kühlmittel, d. h. das Kühlmittel des Kühlkreislaufes einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine strömt. Die Enden 5a, 5b der Abgasrohre 5 sind in dem Rohrboden 3 und einem weiteren Rohrboden 7 aufgenommen und dicht mit diesen Rohrböden 3, 7 verschweißt. Die Rohrböden 3, 7 sind ihrerseits mit dem Gehäusemantel 2 in ihren Umfangsbereichen 3a, 7a mit dem Gehäusemantel 2 verschweißt. Somit wird durch den Gehäusemantel 2, die Rohrböden 3, 7 und die Abgasrohre 5 ein definierter Raum für die Strömung des Kühlmittels begrenzt. Der Gehäusemantel 2 ist in seinen stirnseitigen Bereichen 2a und 2b bezüglich seines Querschnittes etwas erweitert, so daß er dort um das Rohrbündel herum jeweils einen Ringkanal 8 und 9 bildet. In diesem Bereich tritt das Kühlmittel durch einen nicht dargestellten Kühlmiteleinlaß ein, durchströmt die äquidistanten Spalte 6 zwischen den Abgasrohren 5, gelangt zu dem zweiten Ringraum 9, von wo aus das Kühlmittel durch einen nicht dargestellten Kühlmittelauslaß den Abgaswärmeübertrager verläßt. In soweit ist dieser Abgaswärmeübertrager bekannt, z. B. durch die eingangs genannte Druckschrift der Mitամelderin. Aus dieser Druckschrift geht weiterhin die Zu- und Abströmung des Abgases über einen hier nicht dargestellten Diffusor bzw. einen Austrittsstutzen hervor.

[0020] Erfindungsgemäß ist im Gehäusemantel 2 eine Dehnungssicke 4 angeordnet. Diese Dehnungssicke 4, die auch in Fig. 1 als um den gesamten Umfang umlaufende Sicke erkennbar ist, verleiht dem an sich wenig elastischen Gehäusemantel 2 eine Elastizität in Längsrichtung der Abgasrohre 5, welche es dem Gehäusemantel 2 erlaubt, der stärkeren Dehnung der Abgasrohre 5 zu folgen. Die Abgasrohre 5, die auf ihrer Innenseite von heißem Abgas durchströmt werden, nehmen während des Betriebes eine höhere Temperatur als der vom Kühlmittel umspülte Gehäusemantel 2 an und "wachsen" daher stärker als der Gehäusemantel. Somit entstehen in den Abgasrohren 5 Druckspannungen, die sich in die Rohrböden 3 und 7 fortsetzen und von diesen über die Schweißnähte auf den Gehäusemantel 2 übertragen werden, in dem sich dann eine Zugspannung aufbaut. Diese Zugspannung wird aufgrund der Elastizität der Dehnungssicke 4 abgefangen, so daß es nicht zu unzulässigen Verformungen oder gar Schäden kommt.

[0021] Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch den Gehäusemantel 2, d. h. ohne Darstellung des Rohrbündels. Der Ge-

häusemantel 2 hat einen etwa rechteckförmigen Querschnitt mit jeweils zwei parallelen längeren Seitenflächen 10 und 11 sowie etwas kürzeren sich gegenüberliegende Seitenflächen 12 und 13. In den Übergangsbereichen benachbarter kurzer und langer Seitenflächen 12/10, 10/13, 13/11 und 11/12 sind Längssicken 14, 15, 16, 17 zur Versteifung des Gesamtquerschnittes eingeformt. Eine dieser Sicken ist auch in Fig. 1 – dort mit 14 bezeichnet – deutlich erkennbar. Die Dehnungssicke 4 liegt etwas versetzt hinter der Zeichenebene und umgibt den gesamten Querschnitt des Gehäusemantels 2, d. h. sie ist umlaufend ausgebildet.

[0022] Der Querschnitt und die Maße dieser Dehnungssicke 4 sind in Fig. 4 dargestellt. Die Wandstärke des Gehäuses ist mit s bezeichnet und beträgt $s \approx 1,5$ mm. Die Sicke 4 weist eine Breite von $b \approx 6$ mm und eine Höhe von $h \approx 6$ mm auf. Die Sicke ist ferner durch zwei Übergangsradien $R1$ und $R2$ gekennzeichnet, die etwa der Wandstärke s entsprechen, d. h. im Bereich von 1,5 mm liegen. Der äußerste Abschnitt der Sicke ist durch einen Innenradius von $R3 \approx 1,5$ mm, also etwa der Wandstärke s gekennzeichnet. Durch diese Radien wird sichergestellt, daß sowohl bei der Herstellung als auch beim Betrieb keine unzulässigen Dehnungen oder Spannungsspitzen auftreten.

[0023] Fig. 5 zeigt einen ersten Verfahrensschritt zur Herstellung der Dehnungssicke 4 im Gehäusemantel 2. Der Gehäusemantel 2 ist hier nur durch einen Ausschnitt 20 dargestellt. Der Gehäusemantel 20 ist in zwei Werkzeughälften 21 und 22 eingelegt, zwischen denen ein Hohlraum 23 vorgesehen ist, der vorzugsweise durch ein Einlegewerkzeug 23' nach außen abgeschlossen ist. Der Gehäusemantel 20 wird von innen her, dargestellt durch einen Pfeil p , durch Hydroformen bzw. durch IHU druckbeaufschlagt, so daß sich der Gehäusemantel 20 im Bereich des Hohlraumes 23 nach außen bis zur Höhe $h1$ verformt und eine sickenförmige Vorform 24 annimmt. Diese vorgeformte Sicke 24 weist eine Breite $b1$ auf, entsprechend dem Hohlraum 23 zwischen den beiden Werkzeughälften 21 und 22.

[0024] Fig. 6 zeigt den zweiten Verfahrensschritt zur Herstellung der Dehnungssicke 4 – dort ist der Gehäusemantel 20 zwischen 2 axial beweglichen Werkzeugen 25 und 26 angeordnet. Der Gehäusemantel 20 wird nach dem Hydroformen gemäß Fig. 5 mittels der Werkzeuge 25 und 26 in axialer Richtung, d. h. entsprechend den Pfeilen F gestaucht, so daß sich die Breite der Sicke von $b1$ (Fig. 5) auf b verringert und die Höhe $h1$ (Fig. 5) auf h vergrößert. Nach diesem Verfahrensschritt des axialen Stauchens hat die Sicke ihre endgültige Form bezüglich Höhe und Breite erhalten; d. h. sie wird in zwei aufeinanderfolgenden, unterschiedlichen Verfahrensschritten fertiggestellt.

[0025] Die zwei Verfahrensschritte können in einem Werkzeug ausgeführt werden, wobei für den zweiten Verfahrensschritt das Einlegewerkzeug 23' entnommen werden muß, sofern mit einem derartigen Einlegewerkzeug gearbeitet wird. Es ist jedoch auch möglich, die beiden Verfahrensschritte in mehreren Werkzeugen oder in einem Folgewerkzeug durchzuführen.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager, insbesondere Abgaswärmeübertrager für Kraftfahrzeuge, mit einem von einem gasförmigen Medium durchströmten und von einem flüssigen Kühlmittel umströmten Rohrbündel, dessen Rohre mit ihren Rohrenden in Rohrböden aufgenommen und stoffschlüssig mit diesen verbunden sind, mit einem das Rohrbündel umgebenden Gehäusemantel, der endseitig stoffschlüssig mit den Rohrböden verbunden ist und vom Kühlmittel durchströmt wird, wobei Rohre

- (5), Rohrböden (3, 7) und Gehäusemantel (2) aus einer warm- und korrosionsfesten metallischen Legierung hergestellt sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäusemantel (2) mindestens eine umlaufende Dehnungssicke (4) aufweist. 5
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäusemantel (2) einstückig ausgebildet ist.
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäusemantel (2) aus einem geschweißten Rohr hergestellt ist. 10
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäusemantel einen nicht kreisförmigen Querschnitt (10, 11, 12, 13) aufweist. 15
5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungssicke (4) durch Innenhochdruck-Umformen (IHU) des Gehäusemantels (2) hergestellt ist.
6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungssicke (4) durch axiales Stauchen des Gehäusemantels (2) hergestellt ist. 20
7. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäusemantel (2) eine Wandstärke von $0,5 \leq s \leq 2,5$ mm, vorzugsweise von $s \approx 1,5$ mm aufweist. 25
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungssicke (4) eine Höhe h von $2 \leq h \leq 10$ mm, insbesondere von $h \approx 6$ mm aufweist. 30
9. Wärmeübertrager nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungssicke (4) eine Breite b von $4 \leq b \leq 8$ mm, insbesondere von $b \approx 6$ mm aufweist. 35
10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Breite zu Höhe, d. h. $b : h \approx 1$ beträgt.
11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicke (4) einen Biegeradius von $R3 \approx s$ aufweist. 40
12. Verfahren zur Herstellung einer Dehnungssicke (4) in einem rohrförmigen Gehäusemantel (2, 20), insbesondere mit einem nicht kreisförmigen Querschnitt, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte: 45
- Bereitstellung eines abgelängten Gehäusemantels (2, 20)
 - Einlegen des Gehäusemantels (2, 20) in ein IHU-Werkzeug (21, 22, 23) und Schließen des Werkzeuges, 50
 - Füllen des Werkzeuges und des Gehäusemantels (2, 20) mit einem flüssigen Druckmedium,
 - Verformen des Gehäusemantels (2, 20) durch Aufbau von Innenhochdruck und Erzeugen einer Vorform (24) der Sicke (erster Verformungsschritt), 55
 - Abbau des Innenhochdruckes und
 - Herstellen der Endform der Dehnungssicke (4) durch axiales Stauchen des Gehäusemantels (2, 20) in einem zweiten Verformungsschritt. 60
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Verfahrensschritt
- Erzeugen einer Vorform (24) der Sicke, und der zweite Verfahrensschritt,
 - axiales Stauchen des Gehäusemantels (2, 20), 65

in einem Werkzeug durchgeführt werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

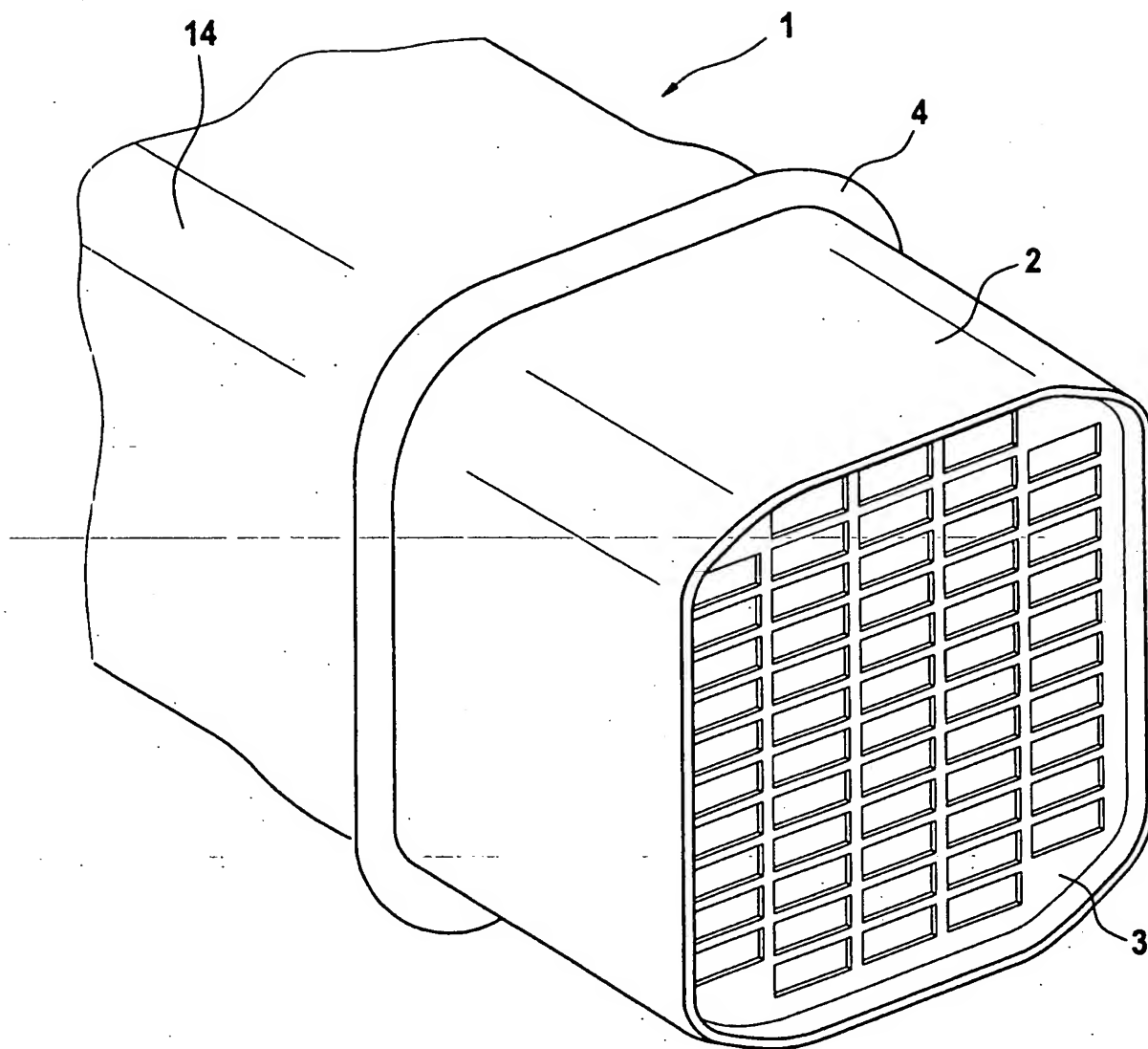


Fig. 1

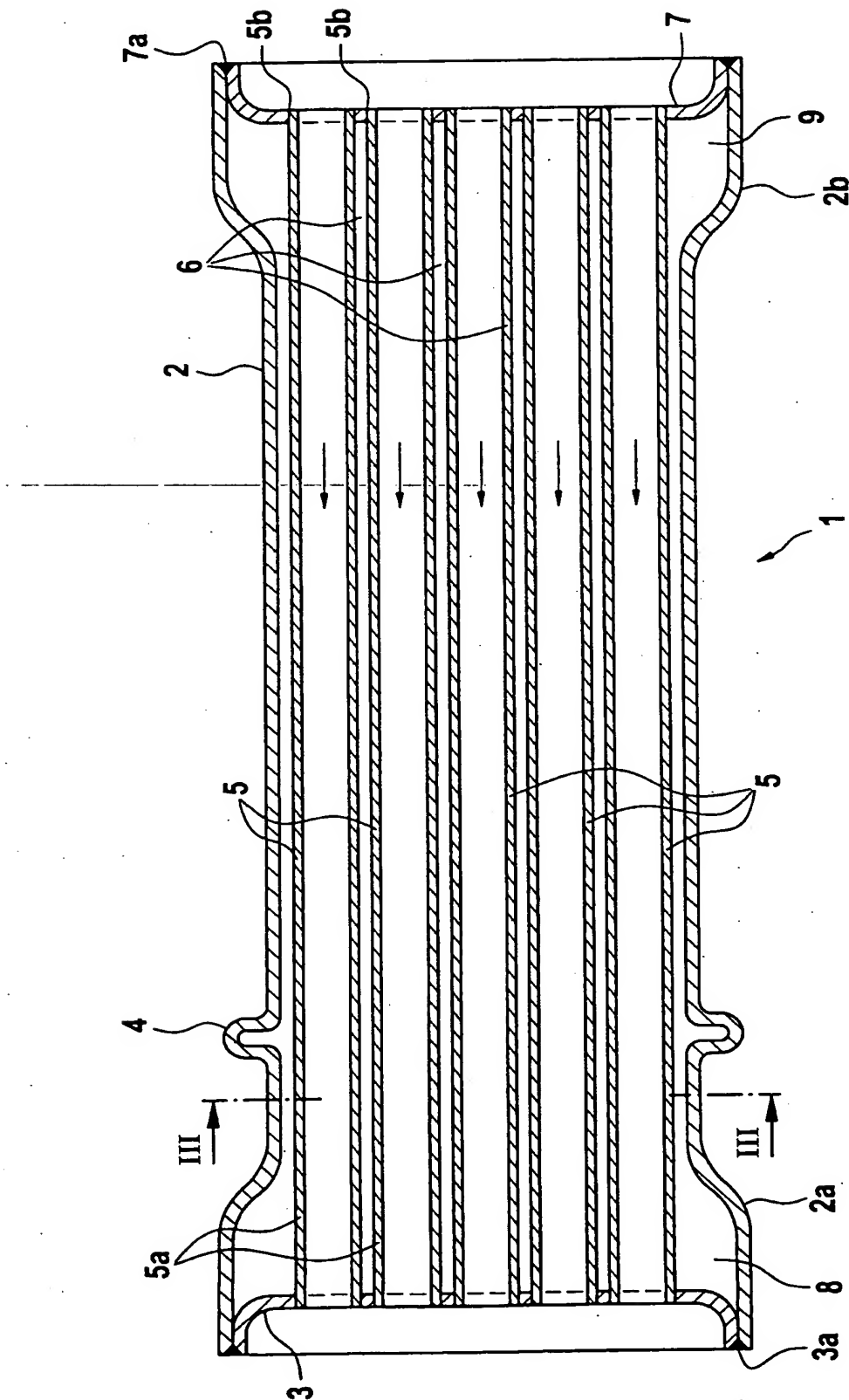


Fig. 2

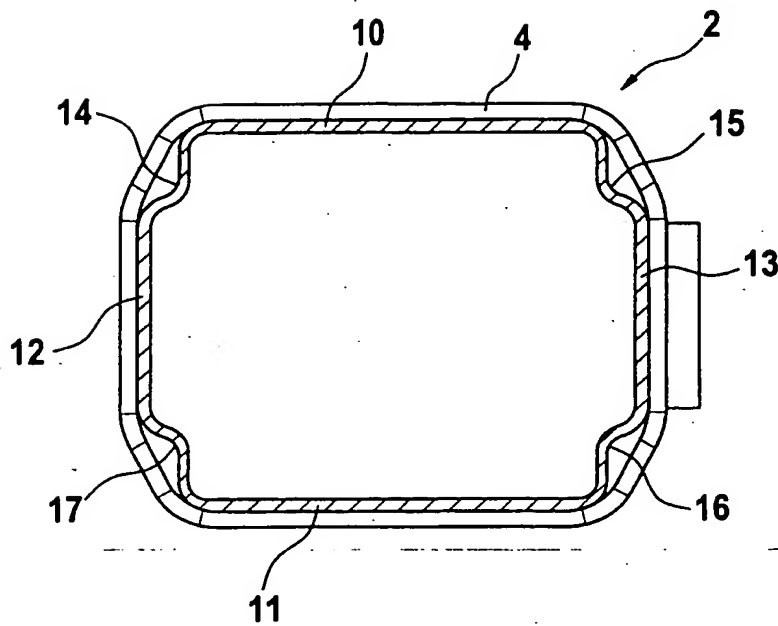


Fig. 3

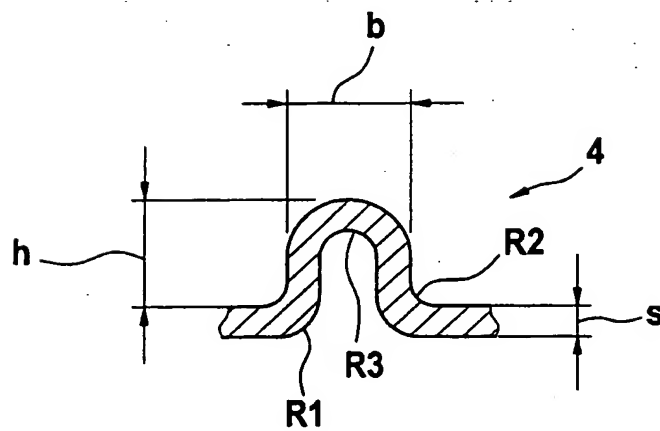


Fig. 4

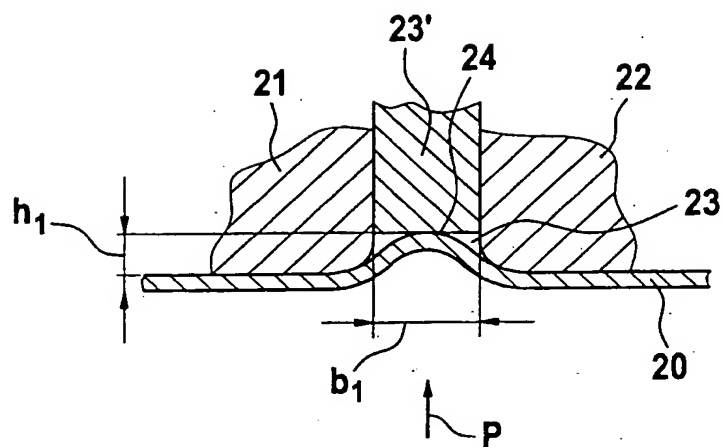


Fig. 5

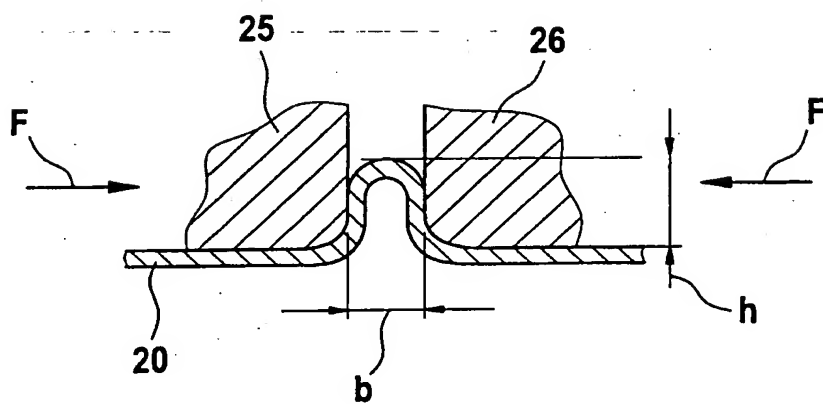


Fig. 6